



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 198 51 411 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7: **B 23 Q 17/00**  
G 01 B 21/04

②1 Aktenzeichen: 198 51 411.5  
②2 Anmeldetag: 7. 11. 1998  
④3 Offenlegungstag: 18. 5. 2000

DE 198 51 411 A 1

⑦1 Anmelder:  
DS Technologie Werkzeugmaschinenbau GmbH,  
41236 Mönchengladbach, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Rehders, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40221 Düsseldorf

⑦2 Erfinder:  
Schönberg, Hugo, 33775 Versmold, DE

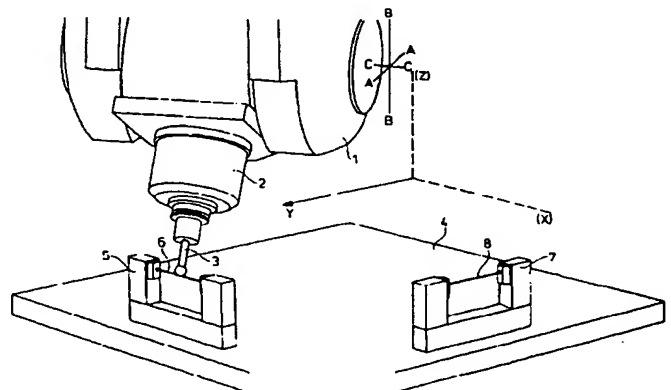
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 42 38 504 C2  
EP 03 05 955 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen von Fräs- oder Bohrwerkzeugen und zur Geometriekompensation im Automatikbetrieb an Werkzeugmaschinen

⑤7 Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken mit den Schritten: Einstellen des Werkzeugs in die Bearbeitungsstellung, Anfahren von berührungslosen Meßvorrichtungen für das Werkzeug in dessen Bearbeitungsstellung und Vermessen des rotierenden Werkzeugs sowie ggf. Kompensation möglicher geometrischer Abweichungen. Alle Schritte ohne Bedienereingriff.



DE 198 51 411 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken.

Aufgrund von Ungenauigkeiten in den Führungen der Bearbeitungsvorrichtung sowie aufgrund der Abnutzung der Werkzeuge kommt es beim Bearbeiten von Werkstücken zu Ungenauigkeiten bei der Bearbeitung, insbesondere ergeben sich Absätze beim segmentweisen Fräsen mit unterschiedlichen Werkzeugstellungen. Um diese Absätze möglichst klein zu halten, besteht einmal die Möglichkeit, die Absätze durch manuelle Nacharbeit zu beseitigen, was bei großen Werkstücken aus schwer zu bearbeitendem Material zeitaufwendig, schwierig und ungenau ist, sowie die weitere Möglichkeit, das Werkzeug durch manuellen Bedieneringriff an der Maschine neu zu justieren.

Bekannt ist des weiteren das Vermessen eines Werkzeugs an einem Meßtopf, an den das Werkzeug in einer vorgegebenen Meßstellung berührend herangefahren wird. Dieser Meßtopf erlaubt es, das Werkzeug in den Achsen X, Y, Z zu vermessen, jedoch erfolgt das Vermessen nur punktwise und ergibt kein vollständiges Bild der Geometrie des Werkzeugs. Des weiteren lassen sich Ungenauigkeiten in den Bewegungsantrieben der Bearbeitungsvorrichtung nicht berücksichtigen bzw. messen.

Schließlich ist es auch noch bekannt, das Werkzeug durch einen Meßtaster zu ersetzen, der die Kontur einer nahegelegenen Eichkugel anfährt. Bei diesem Verfahren lassen sich weder die Abnutzung des Werkzeugs noch Ungenauigkeiten in den Bewegungsantrieben der Bearbeitungsvorrichtung feststellen.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Vermessen von Fräs- oder Bohrwerkzeugen in einer Bearbeitungsvorrichtung zu schaffen, die es erlauben, Ungenauigkeiten bei der Bearbeitung, insbesondere Absätze beim segmentweisen Fräsen mit unterschiedlichen Werkzeugstellungen zu vermeiden, wobei dieses Verfahren und die Vorrichtung einen Automatikbetrieb ermöglichen sollen.

Ausgehend von dieser Problemstellung wird ein Verfahren zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken vorgeschlagen, das erfindungsgemäß aus den Schritten besteht:

- Einstellen des Werkzeugs in die Bearbeitungsstellung,
- Anfahren von berührungslosen Meßvorrichtungen für das Werkzeug in dessen Bearbeitungsstellung und
- Vermessen des rotierenden Werkzeugs sowie ggf.
- Kompensation möglicher geometrischer Abweichungen.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß nur dann ein genaues Vermessen eines Werkzeuges möglich ist, bei dem sowohl die Veränderungen der Geometrie des Bearbeitungswerkzeugs aufgrund von Abnutzung als auch Ungenauigkeiten in den Bewegungsantrieben der Bearbeitungsvorrichtung berücksichtigt werden können, wenn das Werkzeug in der Bearbeitungsstellung vermessen wird und sich dabei dreht. Dies wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreicht, wobei sich das Anfahren der Meßvorrichtungen automatisch; steuern und sich in der Meßvorrichtung die tatsächliche Verlagerung der Werkzeugkontur zu der theoretischen Soll-Position ermitteln läßt. Hieraus werden die Kor-

rekturwerte wenigstens in den Achsen X, Z oder Y, Z, vorzugsweise jedoch in den Achsen X, Y, Z ermittelt und automatisch in die Steuerung der Bearbeitungsvorrichtung eingegeben. Ein Bedieneringriff ist somit nicht mehr notwendig. Statt, wie bekannt, Einzelkomponenten an Einflußfaktoren zu vermessen, wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Gesamtergebnis erhalten, das sich direkt für die Steuerung der Bearbeitungsvorrichtung verwenden läßt.

Vorzugsweise können zwei Laser-Strahl-Lichtschränken auf einer Meßplatte in X- und Y-Richtung angeordnet sein und das rotierende Werkzeug für die Messung in X- und Y-Richtung wird waagrecht seitlich an die Laserstrahlen und für die Messung in Z-Richtung senkrecht von oben an einen Laserstrahl herangefahren.

Zum Vermessen des Werkzeugs kann dieses an eine am Aufspanntisch angeordnete Meßvorrichtung herangefahren werden. Ebenso ist es möglich, das Werkzeug an eine getrennt von dem Aufspanntisch an einer Meßplatte an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnete Meßvorrichtung heran zu fahren.

Wenn die Meßvorrichtung getrennt von dem Aufspanntisch an einer Meßplatte angeordnet ist, ist es vorteilhaft, wenn sich die Meßplatte zum Vermessen des Werkzeugs in den Bewegungsbereich des Werkzeugs bewegen läßt, während der Werkstückbearbeitung jedoch aus dem Bewegungsbereich des Werkzeugs herausgeführt ist. Dabei kann die Bewegung der Meßplatte vorzugsweise aus einer Schwenkbewegung bestehen.

Zur Lösung des eingangs erwähnten Problems wird des weiteren eine Vorrichtung zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken vorgeschlagen, die Einrichtungen zum Einstellen des Werkzeugs in die Bearbeitungsstellung und eine Meßeinrichtung an der Bearbeitungsvorrichtung zum berührungslosen Vermessen des sich in der Bearbeitungsstellung befindlichen, rotierenden Werkzeugs aufweist.

Die Meßvorrichtung kann vorzugsweise aus auf einer Meßplatte angeordneten Laser-Strahl-Lichtschränken bestehen, wobei die Meßplatte entweder am Aufspanntisch für das Werkstück oder getrennt von dem Aufspanntisch an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet sein kann. In diesem Fall kann die Meßplatte in den Bewegungsbereich des Werkzeugs bewegbar, vorzugsweise schwenkbar an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet sein.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels des näheren erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**Fig. 1** einen Bearbeitungskopf mit einem Fräswerkzeug in der Bearbeitungsstellung beim Vermessen in der Y-Achse,

**Fig. 2** einen Bearbeitungskopf mit einem Fräswerkzeug beim Vermessen in der X-Achse und

**Fig. 3** einen Bearbeitungskopf mit einem Fräswerkzeug beim Vermessen in der Z-Achse.

Von einer Bearbeitungsvorrichtung, im dargestellten Beispiel eine Fräsmaschine, ist ein in Richtung der Achsen A, B, C bewegbarer Bearbeitungskopf 1 dargestellt. An dem Bearbeitungskopf 1 ist eine Motorfrässpindel 2 angeordnet, die ein hochtourig laufendes Fräswerkzeug 3 mit einem Kugelfräs-kopf trägt. Dieses Fräswerkzeug 3 befindet sich in einer Bearbeitungsstellung, in die es nach Beendigung eines Bearbeitungsvorgangs in einer anderen Bearbeitungsstellung mittels im einzelnen nicht dargestellter Bewegungsantriebe gebracht wurde. Auf einer Meßplatte 4 sind eine Laser-Strahl-Lichtschränke 5 mit einer Laserstrahl 6 sowie rechtwinklig dazu eine weitere Laser-Strahl-Lichtschränke

7 mit einem Laserstrahl 8 angeordnet. Die Meßplatte 4 kann in im einzelnen nicht dargestellter Weise an oder auf einem Aufspanntisch für ein nicht dargestelltes Werkstück angeordnet sein. Mit Hilfe der Laser-Strahl-Lichtschranken 5, 7 auf der Meßplatte 4 läßt sich der in seiner Bearbeitungsstellung befindliche Kugelkopf des Fräswerkzeugs 3 vermessen. Zu diesem Zweck wird der Kugelkopf, wie in Fig. 1 dargestellt, zunächst in Y-Richtung in Richtung des Laserstrahls 6 verfahren, derart, daß der Laserstrahl 6 den Kugel-  
fräskopf an seinem größeren Durchmesser berührt. Da sich das Werkzeug beim Vermessen dreht, ist es möglich, seine Geometrie unter Berücksichtigung der Abnutzung und seiner Position in der Bearbeitungsstellung im Bearbeitungskopf 1 zu vermessen. In gleicher Weise wird eine Messung in X-Richtung vorgenommen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Schließlich wird auch noch eine Messung in Z-Richtung, wie in Fig. 3 dargestellt, vorgenommen, indem der Kugel-  
fräskopf senkrecht von oben gegen den Laserstrahl 6 oder den Laserstrahl 8 bewegt wird.

Aus den Meßwerten des rotierenden Originalwerkzeugs ergeben sich sämtliche Einflußfaktoren, die eine Ungenauigkeit beim Bearbeiten des Werkstücks, insbesondere Absätze beim segmentweisen Fräsen mit unterschiedlichen Werkzeugstellungen verursachen, ermittelt und lassen sich automatisch berücksichtigen. Bei diesen Einflußfaktoren, die eine Ungenauigkeit beim Fräsen verursachen, handelt es sich beispielsweise um Fehler in der Geometrie der Maschine, in der Werkzeugaufnahme für das Werkzeug und Veränderungen in der Geometrie des Werkzeugs durch Abnutzung. Diese Einflußfaktoren werden durch das Vermessen des Werkzeugs in seiner spezifischen Schrägstellung, in der auch bei der folgenden Bearbeitung der Eingriff am Werkstück erfolgt, gewährleistet.

Nach jeder Veränderung der Bearbeitungsstellung wird das rotierende Werkzeug erneut in die Meßvorrichtung gefahren, und die tatsächliche Verlagerung der Werkzeugkontur zur theoretischen Soll-Position wird ermittelt. Hieraus werden die Korrekturwerte in den drei Linearachsen X, Y und Z automatisch als Offset-Werte errechnet. Ein Bedieneringriff ist somit nicht mehr notwendig.

Die Meßplatte 4 kann auch getrennt von dem Aufspanntisch für das Werkstück an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet sein. In diesem Fall ist es vorteilhaft, wenn sich die Meßplatte in und aus den Bewegungsbereich des Werkzeugs bewegen, vorzugsweise schwenken läßt.

sung in Z-Richtung senkrecht von oben an einen Laserstrahl herangefahren wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, bei dem das Werkzeug zum Vermessen an die am Aufspanntisch angeordnete Meßvorrichtung herangefahren wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, bei dem das Werkzeug zum Vermessen an die getrennt von dem Aufspanntisch an einer Meßplatte an der Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Meßvorrichtung herangefahren wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Meßplatte zum Vermessen des Werkzeugs in den Bewegungsbereich des Werkzeugs bewegt wird.

7. Vorrichtung zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen (3) zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken mit

- Einrichtungen (1) zum Einstellen des Werkzeugs (3) in die Bearbeitungsstellung und einer Meßeinrichtung (5, 7) an der Bearbeitungsvorrichtung zum berührungslosen Vermessen des sich in der Bearbeitungsstellung befindlichen, rotierenden Werkzeugs (3).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7 mit auf einer Meßplatte (4) angeordneten Laser-Strahl-Lichtschranken (5, 7).

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, bei der die Meßplatte (4) am Aufspanntisch für das Werkstück angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, bei der die Meßplatte (4) getrennt von dem Aufspanntisch an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Meßplatte (4) in den Bewegungsbereich des Werkzeugs (3) bewegbar an der Bearbeitungsvorrichtung angeordnet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen von in einer Bearbeitungsvorrichtung angeordneten Fräs- oder Bohrwerkzeugen zum Bearbeiten von auf einem Aufspanntisch angeordneten Werkstücken mit den Schritten:

- Einstellen des Werkzeugs in die Bearbeitungsstellung,

- Anfahren von berührungslosen Meßvorrichtungen für das Werkzeug in dessen Bearbeitungsstellung und

- Vermessen des rotierenden Werkzeugs sowie ggf.

- Kompensation von möglichen geometrischen Abweichungen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das rotierende Werkzeug in den Achsen X, Y, Z vermessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zwei Laser-Strahl-Lichtschranken auf einer Meßplatte in X- und Y-Richtung angeordnet sind und das rotierende Werkzeug für die Messung in X- und Y-Richtung waagrecht seitlich an die Laserstrahlen und für die Mes-

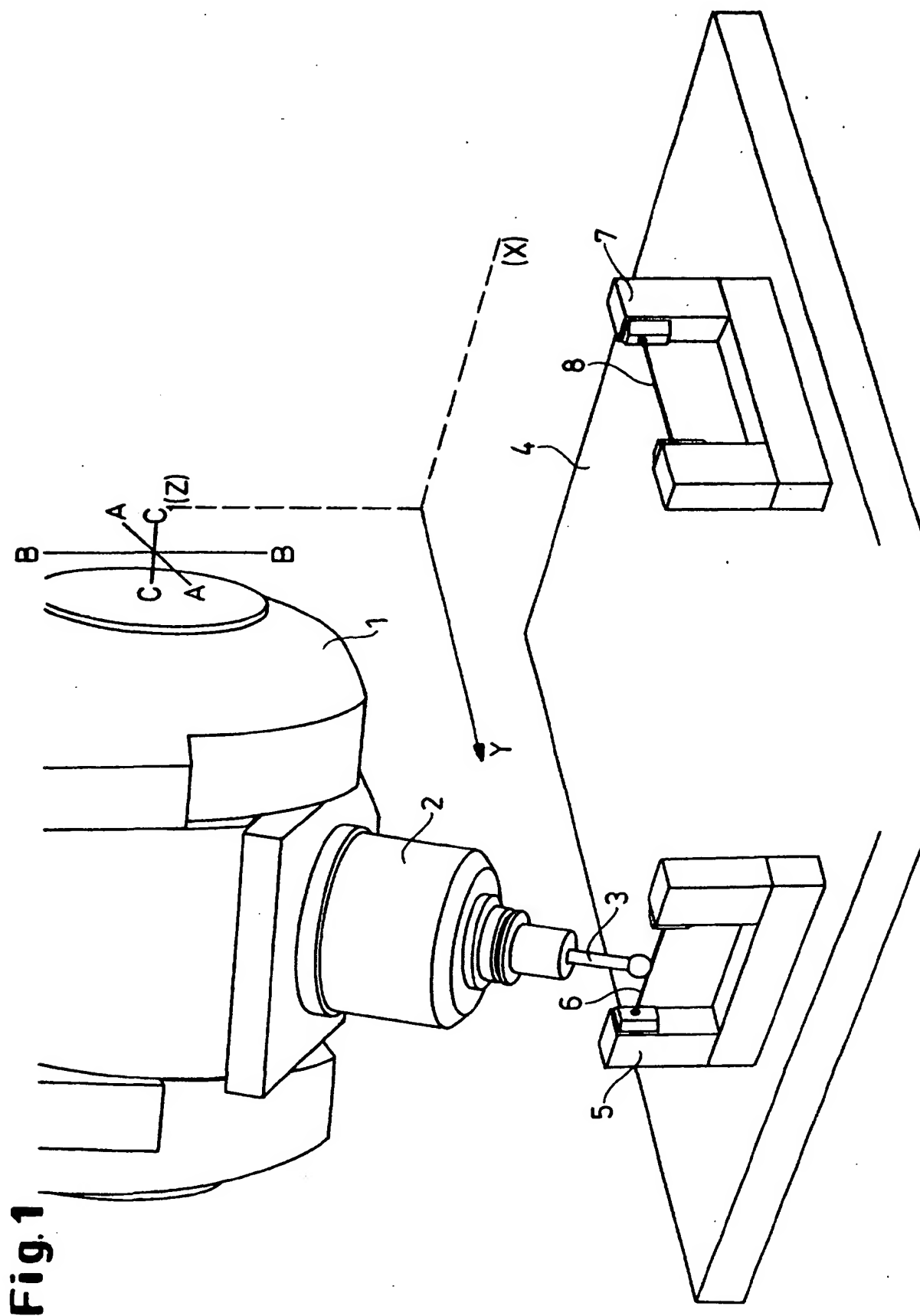
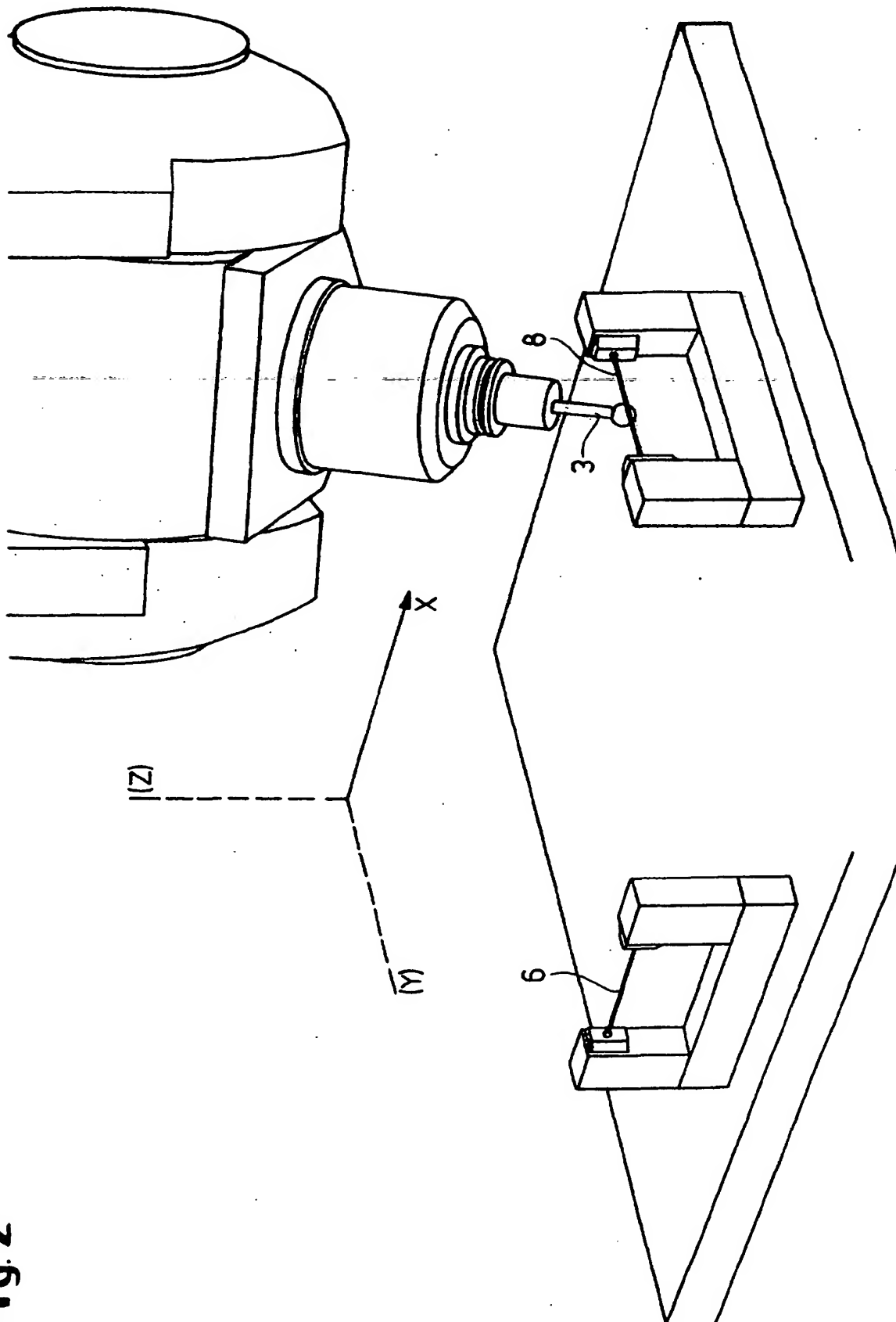


Fig. 1



**Fig. 2**

Fig. 3

